

## ⑫ 特 許 公 報 (B 2)

平5-37288

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>G 02 B 13/18  
13/04

識別記号

D

庁内整理番号

8106-2K  
8106-2K

⑭ 公告 平成5年(1993)6月2日

発明の数 1 (全12頁)

⑮ 発明の名称 レトロフォーカス型広角写真レンズ

⑯ 特 願 昭58-147585

⑰ 公 開 昭60-37514

⑱ 出 願 昭58(1983)8月11日

⑲ 昭60(1985)2月26日

⑳ 発 明 者 工 藤 吉 信 大阪府大阪市東区安土町2丁目30番地 大阪国際ビル ミ  
ノルタカメラ株式会社内㉑ 出 願 人 ミノルタカメラ株式会 大阪府大阪市中央区安土町2丁目3番13号 大阪国際ビル  
社

審 査 官 吉 野 公 夫

㉒ 参 考 文 献 特公 昭45-1588 (JP, B1) 米国特許2821112 (US, A)

米国特許3473866 (US, A)

「光学」Vol. 8, No. 6, PP. 330~333

1

2

## ㉓ 特許請求の範囲

1 4群4枚構成からなり、物体側から順に物体側に凸面を向けた負メニスカスの第1レンズL1、正レンズの第2レンズL2、両凹レンズの第3レンズL3、正レンズの第4レンズL4からそれぞれ構成され、以下の条件を満足することを特徴とするレトロフォーカス型広角写真レンズ：

$$0.1f < d_2 < 0.38f$$

$$0.1f < d_3 < 0.4f$$

$$d_4 < d_3$$

但し、 $d_2$ ：L1とL2との間の空気間隔

$d_3$ ：L2の芯厚

$d_4$ ：L2とL3との間の空気間隔

$f$ ：全系の焦点距離。

2 さらに以下の条件を満足することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のレトロフォーカス型広角写真レンズ：

$$0.2 < \frac{d_2}{d_2 + d_3} < 0.7$$

$$0.2 < d_1 / f_2 < 0.8$$

$$0.5 < \frac{d_3}{d_3 + d_4} < 1.0$$

$$1.0 < r_3 / d_3 < 4.0$$

但し、 $f_2$ ：第2レンズL2の焦点距離

$r_3$ ：第2レンズの物体側屈折面の曲率半径。

3 前記、第1レンズの像面側あるいは、第4レンズの像面側のいずれか一面を非球面とすることを特徴とする特許請求の範囲第1項又は第2項記載のレトロフォーカス型広角写真レンズ。

4 前記、第4レンズの像側に絞りを置くことを特徴とする特許請求の範囲第1項から第3項のいずれかに記載のレトロフォーカス型広角写真レンズ。

5 前記、第4レンズの像側に平行平板を配しその平行平板を、光軸に垂直な方向に出し入れすることにより、フォーカシングすることを特徴とする特許請求の範囲第1項から第4項のいずれかに記載のレトロフォーカス型広角写真レンズ。

## 発明の詳細な説明

本発明は、4群4枚構成からなるレトロフォーカス型広角写真レンズに関する。レトロフォーカスタイプのレンズは一般に一眼レフカメラの広角レンズとして知られており、レンズバックを長く必要とするために前群に負レンズ、後群に正レンズを配したものである。このため、広画角にわたり良好な結像性能を得ることはむずかしく、複雑なレンズ構成をなすものが多い。

3

4

本発明の目的はFナンバー2.8程度で、レンズバックが $0.9f$ より大きく、かつ、結像性能良好なレトロフォーカス型広角写真レンズを4群4枚構成にて提供することにある。

本発明は、物体側から順に、物体側に凸面に向けた負メネスカスの第1レンズL1、正レンズの第2レンズL2、両凹レンズの第3レンズL3、正レンズの第4レンズL4から、それぞれ構成され、以下の条件を満足することを特徴とする。

$$(1) \quad 0.1f < d_2 < 0.38f$$

$$(2) \quad 0.1f < d_3 < 0.4f$$

$$(3) \quad d_4 < d_3$$

ここで、 $f$ は全系の焦点距離、 $d_2$ はL1とL2との間の空気間隔、 $d_3$ はL2の芯厚、 $d_4$ はL2とL3との間の空気間隔を示す。

レンズバックを $0.9f$ 以上必要とする本発明の場合、前部に強い負の屈折作用を持つレンズを配する必要がある。負レンズL1はこのために配置されるのであるが、L1とL2の空気間隔については、負レンズL1にて発生する諸収差を正レンズL2にて補正するために、又レンズバックを $0.9f$ 以上に確保するために、適当な値が必要となる。これが条件(1)である。条件(1)の下限をこえると長いレンズバックを得ることができなくなり、これをL1の負のパワーを強くすることで解決しようとする、球面収差が補正過剰となるとともに内向性コマ収差が発生し、その補正は困難となる。一方、上限をこえるとレンズバックを長くするには有利であるが、L1にて発生する球面収差、非点収差をL2にて補正するという効果が弱められてしまう。またレンズ外径も大きくなつてしまい、レンズ全系をコンパクトに構成する点からも好ましくない。条件(2)は、L2の正レンズを比較的、肉厚とすることによりL2の正レンズとしての効果を良好にするものである。すなわち、(2)の下限をこえるとL2の正レンズとしての効果が充分発揮されなくなり、負の歪曲収差、像面湾曲の補正不足を生ずる。上限をこえると、L2の収斂作用が強くなりすぎて必要なレンズバックを得ることが困難になり、球面収差の補正不足が目立つようになる。

条件3は条件(1)(2)に加えて、L2とL3の空気間隔をL2の芯厚より薄くすることにより、非点収差コマ収差を有効に補正するものである。条件

(3)の限界をこえると軸外光束L1、L2で、より光軸から離れた所を通過するので、高画角になるほどコマ収差の増大が顕著となり、像面性の悪化と共に充分な結像性能を維持することが困難となる。

以上の条件を満足するならば、良好に収差補正されたレトロフォーカス型広角写真レンズを実現することができる。

本発明においては、さらに次の条件を満足することが望ましい。すなわち、第2レンズL2の焦点距離を $f_2$ 、第2レンズL2の物体側屈折面の曲率半径を $r_2$ とすると、

$$(4) \quad 0.2 < \frac{d_2}{d_2 + d_3} < 0.7$$

$$(5) \quad 0.2 < d_3 / f_2 < 0.8$$

$$(6) \quad 0.5 < \frac{d_3}{d_3 + d_4} < 1.0$$

$$(7) \quad 1.0 < r_2 / d_3 < 4.0$$

条件(4)は、L1とL2との間の空気間隔を、L2の軸上芯厚との関係で限定するものであり主に、コマ収差の補正に有効な条件である。条件(4)の下限をこえると、レンズバックが充分とれなくなると共に、外向性のコマ収差の補正が困難になり、球面収差も補正過剰となる。上限をこえると、内向性のコマ収差の補正が困難となり、同時に負の歪曲収差の発生も大となる。

条件(5)は、L2の軸上芯厚をL2の焦点距離との関係で限定するものであり、球面収差と歪曲収差との補正に関する。下限をこえると、球面収差は、補正過剰の傾向を示すとともに、負の歪曲収差の補正が困難になつてくる。上限をこえると、球面収差は、補正不足の傾向を示し、正の歪曲収差の補正が困難になつてくる。

条件(6)は、L2の軸上芯厚を、L2とL3との間の空気間隔との関係で限定するものであり、主に、子午像面の補正に関する。条件(6)の下限をこえると子午像面は、補正不足、球面収差は、補正過剰となり、負の歪曲収差の補正が困難となる。上限をこえると、子午像面は、補正過剰となり、また、レンズバックも充分とれない傾向を示す。

条件(7)は、第2レンズの像側の曲率半径と軸上芯厚の比であり、第2レンズの形状の特性を示すものであるから、球面収差、像面性、コマ収差の補正に関する。条件(7)の下限をこえると、球面収

5

差は補正不足、像面性は、補正過剰の傾向を示し、内向性のコマ収差が生ずるようになる。一方、条件(7)の上限をこえると球面収差は補正過剰、像面性は補正不足の傾向を示し、外向性のコマ収差が生ずるようになり、その補正は困難となってくる。

さらに良好な収差補正の為に、上記の諸条件に\*

$$X = \frac{Y^2}{n+n\sqrt{1-(\frac{Y}{r_1})^2}} + aY^2 + bY^4 + cT^6 + dY^8 + \dots$$

で表わされるものである。ただし、a、b、c、d……は非球面係数である。

L1に強い負の屈折作用を持つレンズを配する本発明のような場合、さらにレンズバックを長くしようとすると、負の歪曲収差の増大をまねいてしまう。これに対し第1レンズあるいは、第4レンズの物体側、あるいは、像側のいずれかのレンズ面を非球面とすることによりこの歪曲収差の発生をおさえることが可能となる。

ところでレンズシャッターカメラやディスクカメラでは、機構上の簡素化と、カメラの小型化を図るため、絞りをレンズの後方、像側に配置すると共にレンズバックを長くする必要が生ずる場合がある。絞りをレンズの後方に置く場合、周辺照度を充分とつて、良好な結像性能を得ることがむずかしいが、本発明の前記諸条件を満たす範囲でレンズを構成することにより、充分な周辺照度を取りつつかつ良好な結像性能を得ることができる。

また、レンズ・シャッターカメラや、ディスクカメラでは、レンズ系を光軸方向に移動させることなく、近接距離へのフォーカシングを行なう必要が生ずることがある。この場合、通常は、レンズ系の物体側にゆるいパワーのいわゆるクローズアップレンズを装着し、近接距離へのフォーカシングが行なわれる。しかし、主レンズ系の物体側にクローズアップレンズを置くことは必然的にレ

6

\*加うるに、第1レンズあるいは、第4レンズの物体側あるいは、像側のいずれかの面を非球面とすることが望ましい。

非球面の形状は、光軸方向にX座標、それと垂直な方向にY座標をとり、近軸曲率半径をnとすると、

ンズ系を大きくしてしまう。

本発明では、レンズ系の像側に、平行平板を配し、その平行平板を光軸に垂直な方向に出し入れることによつて無限遠を含む通常距離ゾーンへのフォーカシングと近接距離へのフォーカシングとの切換を行なう。この方法によると、レンズ系を大型化することなく、フォーカシングを行なうことが可能となる。

次に、本発明の実施例を示す。

次に、本発明の実施例を示す。なお、条件式(4)～(7)に対する各実施例の値は下表の通りである。

条件式	(4)	(5)	(6)	(7)
実施例 1	0.457	0.313	0.655	2.364
2	0.441	0.480	0.827	1.947
3	0.527	0.466	0.743	2.224
4	0.415	0.447	0.828	1.894
5	0.396	0.637	0.865	2.144
6	0.506	0.345	0.767	2.257
7	0.509	0.348	0.739	2.334

7

8

实施例 1

		$f=100$	$F_{No}=2.87$	$2\omega=63.4^\circ$				
曲率半径		軸上面間隔		屈折率(Nd)	分散( $\nu d$ )			
$L_1$	$r_1$	79.312	$d_1$	4.69	$N_1$	1.55690	$\nu_1$	48.51
	$r_2$	31.585	$d_2$	16.48				
$L_2$	$r_3$	44.840	$d_3$	18.97	$N_2$	1.80500	$\nu_2$	40.97
	$r_4$	455.570	$d_4$	10.00				
$L_3$	$r_5$	-84.551	$d_5$	1.83	$N_3$	1.67339	$\nu_3$	29.25
	$r_6$	48.105	$d_6$	3.63				
$L_4$	$r_7$	105.836	$d_7$	9.64	$N_4$	1.69680	$\nu_4$	55.43
	$r_8$	-45.362						
LB=103.0								

实施例 2

		$f=100.0$	$F_{No.}=2.88$		$2\omega=62.8^{\circ}$			
曲率半径			軸上面間隔		屈折率(Nd)		分散( $\nu d$ )	
$L_1$	$\begin{Bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{Bmatrix}$	$\begin{matrix} 120.059 \\ 35.943 \end{matrix}$	$d_1$	$\begin{matrix} 9.62 \\ 20.67 \end{matrix}$	$N_1$	$\begin{matrix} 1.55690 \\ 1.85000 \end{matrix}$	$\nu_1$	$\begin{matrix} 48.51 \\ 39.92 \end{matrix}$
	$\begin{Bmatrix} r_3 \\ r_4 \end{Bmatrix}$	$\begin{matrix} 50.972 \\ -392.151 \end{matrix}$	$d_3$	$\begin{matrix} 26.18 \\ 5.46 \end{matrix}$	$N_2$	$\begin{matrix} 1.85000 \\ 1.67339 \end{matrix}$	$\nu_2$	$\begin{matrix} 39.92 \\ 29.25 \end{matrix}$
$L_3$	$\begin{Bmatrix} r_5 \\ r_6 \end{Bmatrix}$	$\begin{matrix} -81.785 \\ 47.316 \end{matrix}$	$d_5$	$\begin{matrix} 3.64 \\ 2.27 \end{matrix}$	$N_3$	$\begin{matrix} 1.67339 \\ 1.67000 \end{matrix}$	$\nu_3$	$\begin{matrix} 29.25 \\ 57.07 \end{matrix}$
	$\begin{Bmatrix} r_7 \\ r_8 \end{Bmatrix}$	$\begin{matrix} 107.608 \\ -49.608 \end{matrix}$	$d_7$	$\begin{matrix} 18.18 \\ \end{matrix}$	$N_4$	$\begin{matrix} 1.67000 \\ \end{matrix}$	$\nu_4$	$\begin{matrix} 57.07 \\ \end{matrix}$
LB=105.2								

实施例 3

		$f=100.0$	$F_{No.}=2.88$		$2\omega=62.8^{\circ}$			
曲率半径			軸上面間隔		屈折率(Nd)		分散( $\nu d$ )	
$L_1$	$\left\{ \begin{array}{l} r_1 \\ r_2 \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} 120.862 \\ 37.909 \end{array}$	$d_1$	$\begin{array}{l} 17.81 \\ 28.91 \end{array}$	$N_1$	$\begin{array}{l} 1.56567 \\ \end{array}$	$\nu_1$	$\begin{array}{l} 43.02 \\ \end{array}$
			$d_2$					
$L_2$	$\left\{ \begin{array}{l} r_3 \\ r_4 \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} 58.134 \\ -211.581 \end{array}$	$d_3$	$\begin{array}{l} 26.14 \\ 9.09 \end{array}$	$N_2$	$\begin{array}{l} 1.85000 \\ \end{array}$	$\nu_2$	$\begin{array}{l} 39.92 \\ \end{array}$
			$d_4$					
$L_3$	$\left\{ \begin{array}{l} r_5 \\ r_6 \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} 79.422 \\ 46.280 \end{array}$	$d_5$	$\begin{array}{l} 3.64 \\ 2.27 \end{array}$	$N_3$	$\begin{array}{l} 1.67339 \\ \end{array}$	$\nu_3$	$\begin{array}{l} 29.25 \\ \end{array}$
			$d_6$					
$L_4$	$\left\{ \begin{array}{l} r_7 \\ r_8 \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} 95.583 \\ -50.835 \end{array}$	$d_7$	$\begin{array}{l} 20.46 \\ \end{array}$	$N_4$	$\begin{array}{l} 1.64050 \\ \end{array}$	$\nu_4$	$\begin{array}{l} 60.08 \\ \end{array}$
LB=103.5								

9

10

## 実施例 4

曲率半径		軸上面間隔		屈折率(Nd)		分散(νd)	
f=100.0      F <sub>No.</sub> =2.88      2ω=62.8°							
L <sub>1</sub> {	r <sub>1</sub>	110.976	d <sub>1</sub>	8.30	N <sub>1</sub>	1.49140	ν <sub>1</sub> 57.82
	r <sub>2</sub> *	33.246	d <sub>2</sub>	17.49			
L <sub>2</sub> {	r <sub>3</sub>	45.093	d <sub>3</sub>	23.81	N <sub>2</sub>	1.80500	ν <sub>2</sub> 40.97
	r <sub>4</sub>	-660.013	d <sub>4</sub>	5.00			
L <sub>3</sub> {	r <sub>5</sub>	-73.521	d <sub>5</sub>	3.33	N <sub>3</sub>	1.67339	ν <sub>3</sub> 29.25
	r <sub>6</sub>	45.599	d <sub>6</sub>	2.50			
L <sub>4</sub> {	r <sub>7</sub>	104.363	d <sub>7</sub>	16.67	N <sub>4</sub>	1.67000	ν <sub>4</sub> 57.07
	r <sub>8</sub>	-46.589					

\* 非球面(r<sub>2</sub>)

a=0.0

LB=115.3

b=-0.1016995 $\times 10^{-7}$

c=-0.28551615 $\times 10^{-9}$

d=-0.37931969 $\times 10^{-15}$

e=-0.24775242 $\times 10^{-22}$

f=-0.11606631 $\times 10^{-23}$

## 実施例 5

		$f=100.0$	$F_{No.}=2.88$	$2\omega=58.5^{\circ}$		
曲率半径		軸上面間隔		屈折率(Nd)	分散( $\nu d$ )	
L <sub>1</sub> {	$r_1$	189.450	$d_1$	12.52	N <sub>1</sub> 1.49140	$\nu_1$ 57.82
	$r_2$	34.561	$d_2$	20.48		
L <sub>2</sub> {	$r_3$	67.799	$d_3$	31.62	N <sub>2</sub> 1.87800	$\nu_2$ 38.14
	$r_4$	-95.508	$d_4$	5.00		
L <sub>3</sub> {	$r_5$	-56.132	$d_5$	3.33	N <sub>3</sub> 1.70055	$\nu_3$ 27.58
	$r_6$	79.301	$d_6$	2.08		
L <sub>4</sub> {	$r_7$	252.616	$d_7$	20.00	N <sub>4</sub> 1.49140	$\nu_4$ 57.82
	$r_8^*$	-36.018				

\* 非球面(r<sub>8</sub>)

a=0.0

LB=102.0

b=0.11618677 $\times 10^{-5}$

c=0.96650617 $\times 10^{-9}$

d=0.14989227 $\times 10^{-14}$

e=0.32687497 $\times 10^{-21}$

f=0.50612556 $\times 10^{-28}$

11

12

## 実施例 6

		$f=100$	$F_{No.}=2.88$	$2\omega=62.0^\circ$				
		曲率半径	軸上面間隔	屈折率(Nd)	分散( $\nu_d$ )			
$L_1$	$r_1$	69.265	$d_1$	4.42	$N_1$	1.78100	$\nu_1$	44.55
	$r_2$	35.767	$d_2$	19.01				
$L_2$	$r_3$	41.940	$d_3$	18.58	$N_2$	1.83400	$\nu_2$	37.05
	$r_4$	504.145	$d_4$	5.66				
$L_3$	$r_5$	-85.084	$d_5$	3.54	$N_3$	1.67339	$\nu_3$	29.25
	$r_6$	40.412	$d_6$	2.39				
$L_4$	$r_7$	85.405	$d_7$	17.70	$N_4$	1.69680	$\nu_4$	56.47
	$r_8$	-50.835						
		LB=102.6						

## 実施例 7

		$f=100$	$F_{No.}=2.9$	$2\omega=62.0^\circ$				
曲率半径		軸上面間隔		屈折率(Nd)	分散( $\nu d$ )			
$L_1$	$r_1$	68.505	$d_1$	4.34	$N_1$	1.78100	$\nu_1$	44.55
	$r_2$	34.402	$d_2$	19.29				
$L_2$	$r_3$	43.505	$d_3$	18.64	$N_2$	1.83400	$\nu_2$	37.05
	$r_4$	1313.987	$d_4$	6.60				
$L_3$	$r_5$	-85.113	$d_5$	3.54	$N_3$	1.67339	$\nu_3$	29.25
	$r_6$	41.322	$d_6$	2.57				
$L_4$	$r_7$	83.813	$d_7$	15.04	$N_4$	1.65830	$\nu_4$	58.52
	$r_8$	-47.539	$d_8$	6.19				
※ $L_f$	$r_a$	$\infty$	$d_9$	5.87	$N_5$	1.51680	$\nu_5$	64.12
	$r_b$	$\infty$						
LB=94.8								

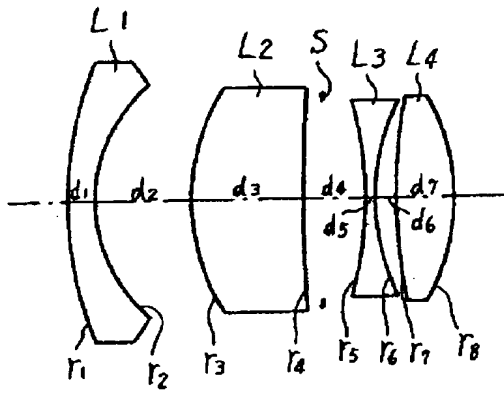
※  $L_f$ は近接距離へのフォーカシング時、光路外に退避

## 図面の簡単な説明

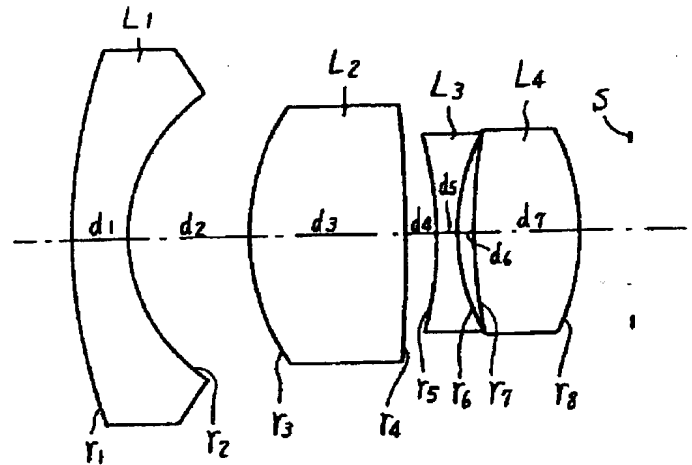
第1, 3, 5, 7, 9, 11図は、それぞれ本発明の実施例1から6のレンズ構成図、第2, 30, 4, 6, 8, 10, 12図は、それぞれ上記実施例1から6の収差図である。また第13図は、フォーカシングのための平行平板を入れた本発明の実施例7のレンズ構成図、第15図は、上記実施例7において平行平板をぬいて $\beta=1/50$ としたときのレンズ構成図、第14図、第16図は、それぞれ上記実施例7における第13図、第15図の場合の収差図である。

$L_1, L_2, L_3, L_4$ : 図面左から順次配列される第1, 第2, 第3, 第4レンズ、 $r_1, r_2, \dots, r_8$ : 図面左から順次配列される各屈折面の曲率半径、 $d_1, d_2, \dots, d_7$ : 図面左から順次配列される各屈折面間の軸上間隔、 $L_f$ : フォーカシングのための平行平板、 $r_a, r_b$ : 図面左から順次配列されるフォーカシングのための平行平板の曲率半径、 $d_9$ : 主レンズとフォーカシングのための平行平板との軸上空気間隔、 $d_8$ : フォーカシングのための平行平板の軸上間隔、 $S$ : 絞り。

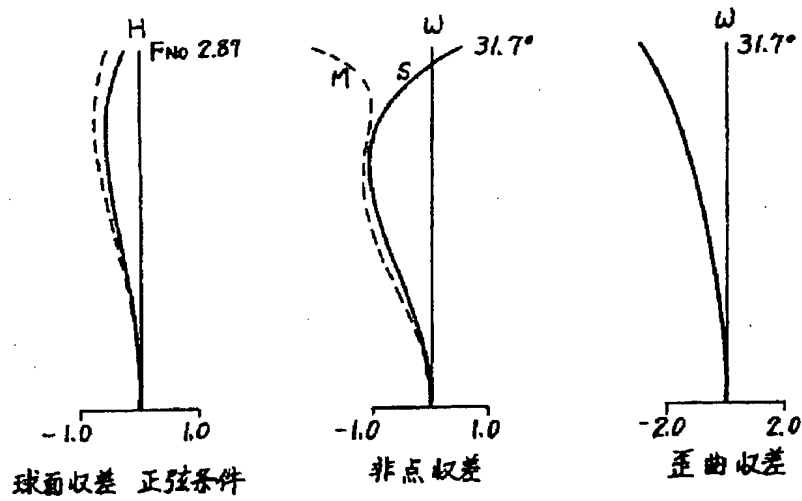
第1图



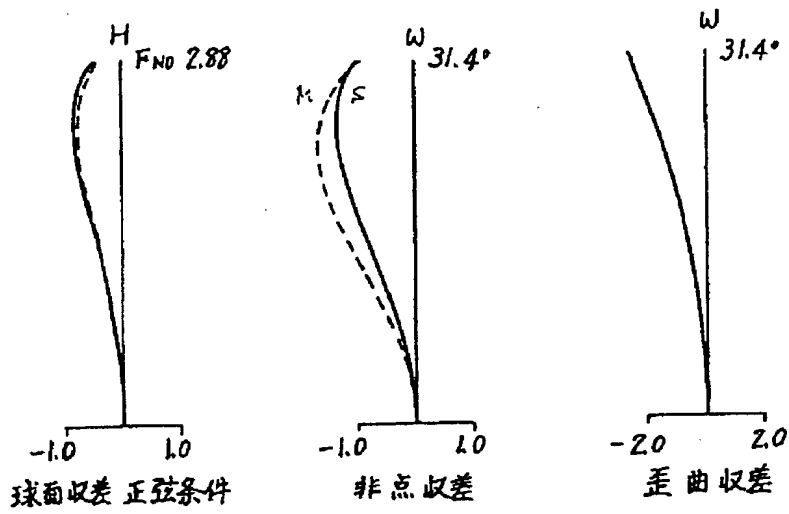
第3图



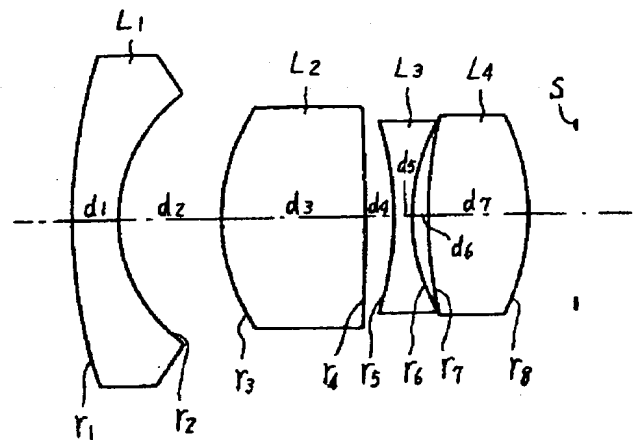
第2图



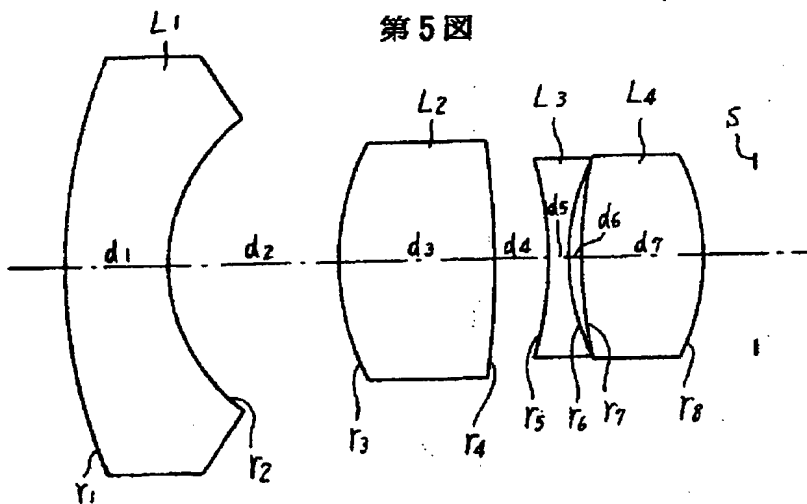
第4图



第7图

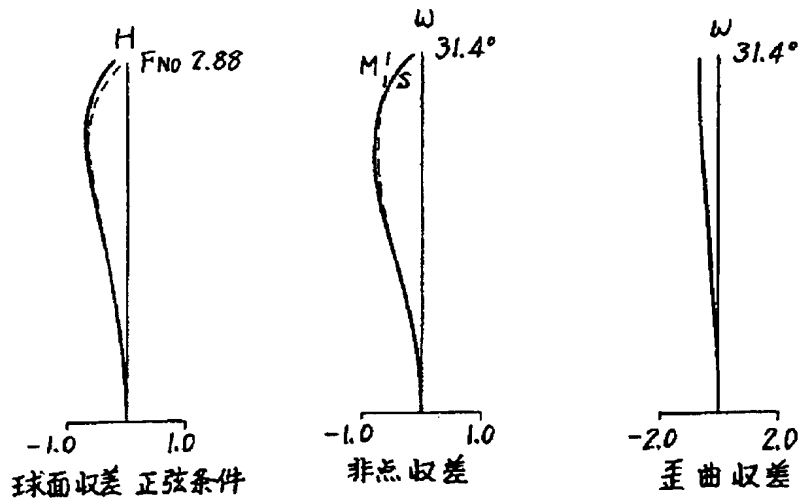


第5图

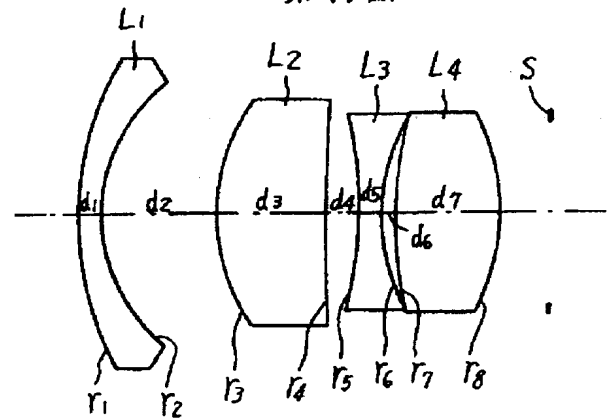




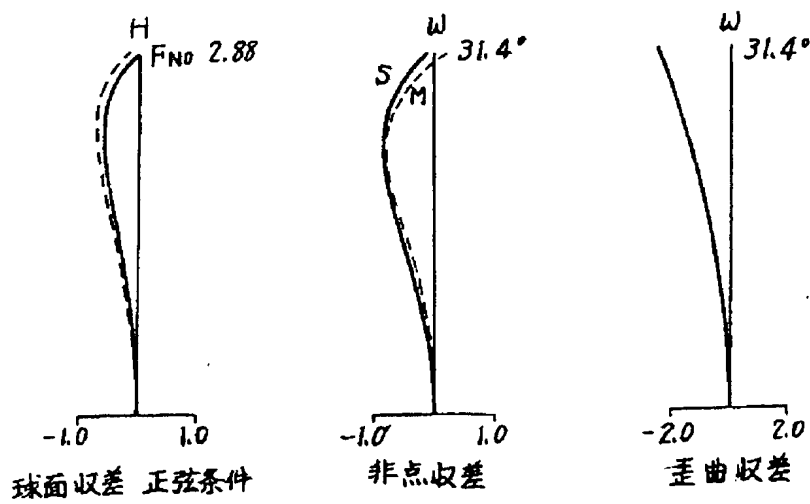
第 6 图



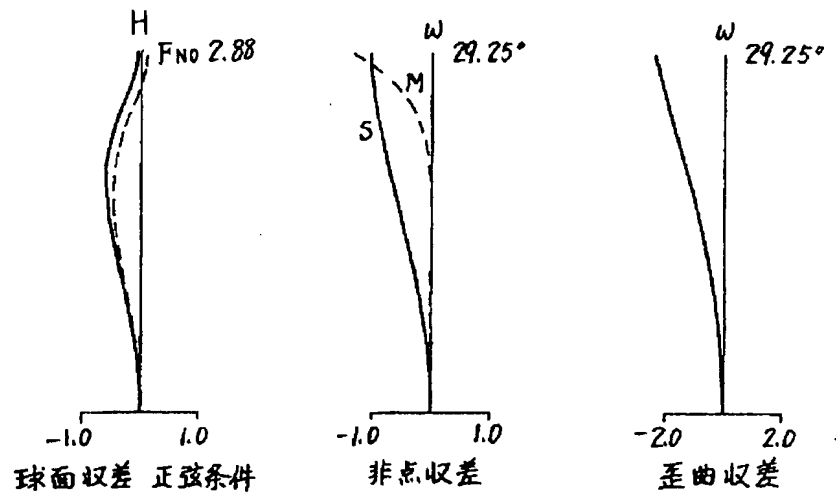
第 11 图



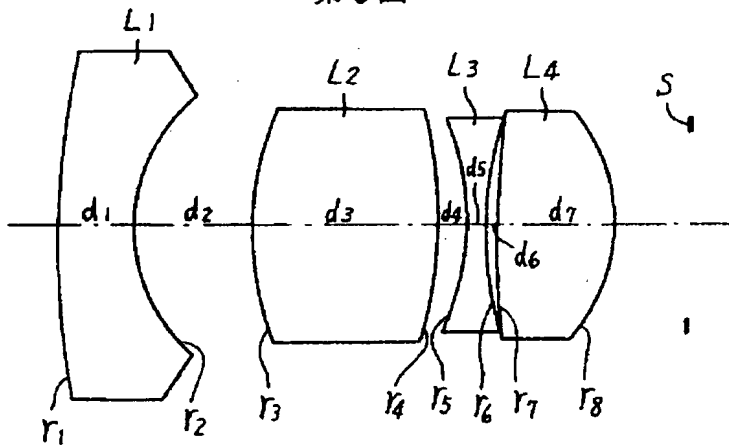
第 8 图



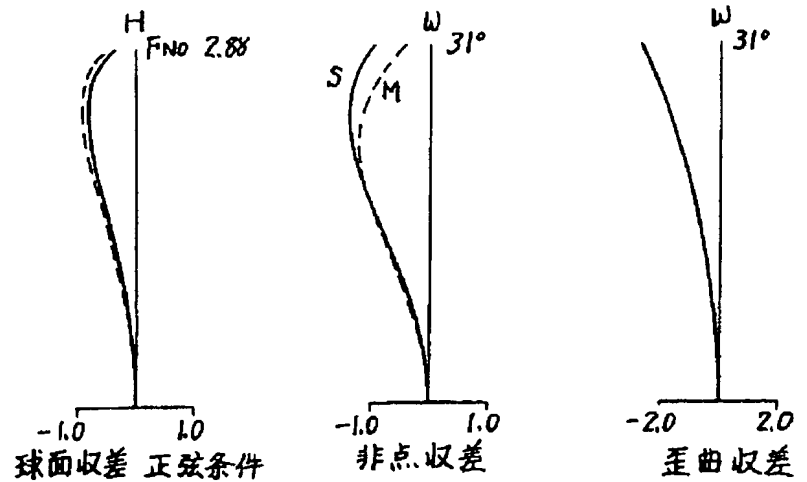
第 10 图



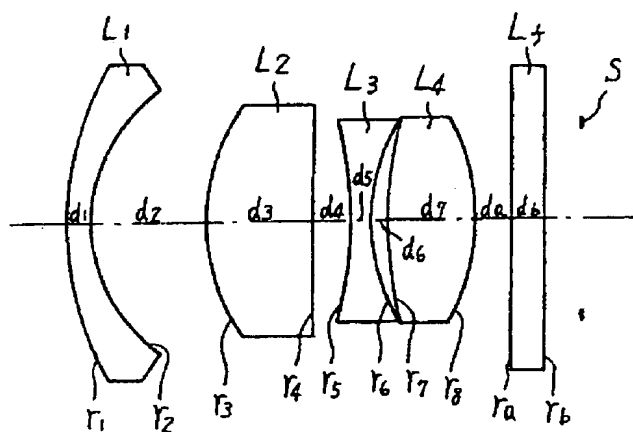
第 9 图



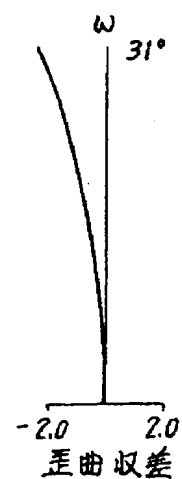
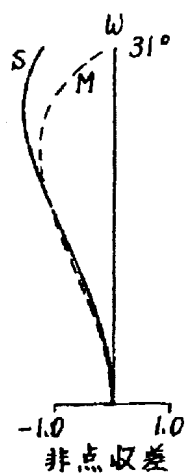
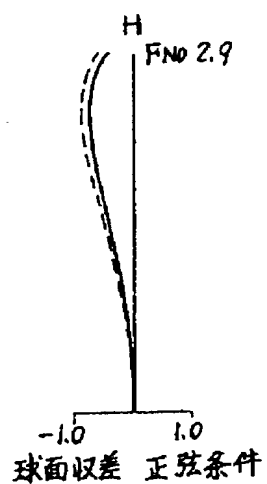
第 12 图



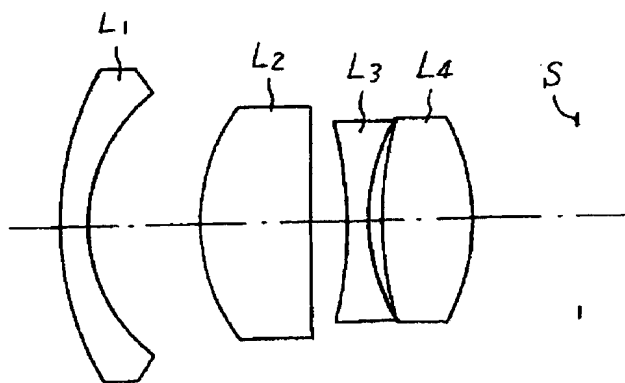
第 13 图



第 14 图



第 15 图



第 16 图

